

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/FR2003/000177



PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR2003/000177	International filing date ( <i>day/month/year</i> ) 20 janvier 2003 (20.01.2003)	Priority date ( <i>day/month/year</i> ) 21 janvier 2002 (21.01.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC F28D 7/02		
Applicant RHODIA POLYAMIDE INTERMEDIATES et al.		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>10</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 12 juillet 2003 (12.07.2003)	Date of completion of this report 02 December 2003 (02.12.2003)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR2003/000177

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 6-11, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages 1-5, 5a, filed with the letter of 17 November 2003 (17.11.2003),  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. 1-8, filed with the letter of 17 November 2003 (17.11.2003),  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/4-4/4, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1, 9, 15	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1, 9, 15	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1, 9, 15	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

1. In view of the documents cited in the international search report, the subject matter of claims 1, 9 and 15 is considered to fulfil the requirements of novelty and inventive step of PCT Article 33.

**2. Claim 1****2.1 PCT Article 33(2)**

Document D2, which is considered to be the most relevant prior art, discloses (cf. figure 3):

a reactor for treating a viscous medium or for producing chemical reactions in a viscous medium, including a vessel (1) and a coil (6) for coolant flow, which coil (6) includes at least one helically wound tube segment (6') and at least a second helically wound tube segment (6'') extending, in a direction parallel to said first segment, between a dispenser and a collector, wherein said first and second segments (6', 6'') are centred on the same geometric axis and bent with substantially the same radius.

The subject matter of claim 1 differs from the above in that said first and second segments are fitted together in such a way as to form a broadly cylindrical layer.

It follows that the subject matter of claim 1 fulfils the requirement of novelty defined in PCT Article 33(2).

**2.2 PCT Article 33(3)**

The problem that the specific technical features are intended to solve can be defined as being that of reducing the pressure loss caused by the coil. The Examining Authority considers that fitting together at least two helically wound tube segments so as to minimise the total length of the coils and, consequently, the pressure loss resulting therefrom, constitutes an inventive technical step for a person skilled in the art. As a result, the subject matter of claim 1 is inventive under the terms of PCT Article 33(3).

3. The subject matter of **claim 9** (production method for a reactor including all of the technical features of claim 1) and **claim 15** (the use of said reactor to treat a viscous medium) also fulfils the requirements set forth in PCT Article 33(2) and 33(3) for the reasons set out above.

4. **Claims 2-8, 10, 12-14, and 16-18** are dependent on claims 1, 9 or 16 and therefore also fulfil, as such, the PCT requirements of novelty and inventive step.

5. Finally, in order to increase the clarity of the claims, it is suggested that the various claims be grouped together by category and, at the same time, the errors in the dependency of certain claims (for example, claim 11 can only refer to claims 1 to 9, not the preceding claims) should be corrected.

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

REC'D 01 DEC 2003

### RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

PCT



(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale No. PCT/FR03/00177	Date du dépôt international (jour/mois/année) 20.01.2003	Date de priorité (jour/mois/année) 21.01.2002
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB F28D7/02		
Déposant RHODIA POLYAMIDE INTERMEDIATES et al		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.  
  
☒ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).  
  
Ces annexes comprennent 10 feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- I ☒ Base de l'opinion
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon la règle 66.2(a)(ii) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☐ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 12.07.2003	Date d'achèvement du présent rapport 02.12.2003
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international   Office européen des brevets - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tél. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Fonctionnaire autorisé  Mootz, F  N° de téléphone +31 70 340-4263  

## PCT/FR03/00177

**RAPPORT D'EXAMEN  
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n°

PCT/FR03/00177

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

*(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport.)*

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

**V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. Déclaration			
Nouveauté	Oui:	Revendications	1,9,15
	Non:	Revendications	
Activité inventive	Oui:	Revendications	1,9,15
	Non:	Revendications	
Possibilité d'application industrielle	Oui:	Revendications	1,9,15
	Non:	Revendications	

2. Citations et explications

**voir feuille séparée**



- 1) Eu égard des documents cités dans le rapport de recherche international, il est considéré que l'objet des revendications 1, 9 et 15 satisfait aux exigences de l'article 33 PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.

2) **Revendication 1**

2.1) **Article 33(2) PCT**

Le document D2, qui est considéré comme représentant l'état de la technique le plus pertinent, divulgue (cf. figure 3) un

Réacteur pour le traitement d'un milieu visqueux ou la réalisation de réactions chimiques en milieu visqueux, ledit réacteur comprenant une cuve (1) et un serpentín de circulation d'un fluide caloporteur (6), ledit serpentín (6) comprenant au moins un segment de tube (6') enroulé selon une génératrice hélicoïdale, où ledit serpentín comprend au moins un second segment de tube (6'') enroulé selon une génératrice hélicoïdale et s'étendant en parallèle audit premier segment entre un distributeur et un collecteur, lesdits premier et second segments (6', 6'') étant centrés sur un même axe géométrique, cintrés avec sensiblement le même rayon,

dont diffère celui qui fait l'objet de la revendication 1 en ce que lesdits premier et second segments étant imbriqués, de telle sorte qu'ils forment ensemble une nappe de forme globalement cylindrique.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 est conforme au critère de nouveauté défini par l'article 33(2) PCT.

2.2) **Article 33(3) PCT**

Le problème que les caractéristiques techniques particulières se proposent de résoudre peut être défini comme diminuer la perte de charge engendrer par le serpentín. La division d'examen considère que l'imbrication d'au moins deux segments de tube enroulés selon une génératrice hélicoïdale afin de minimiser la longueur totale des serpentins et, par conséquent, la perte de charge qui en découle relève d'une démarche technique inventive pour la personne du métier. L'objet de la revendication 1 est donc inventive au sens de l'article 33(3) PCT.

- 3) L'objet des **revendications 9** (procédé de fabrication d'un réacteur comprenant toutes les caractéristiques techniques de la revendication 1) et **15** (utilisation dudit

réacteur pour le traitement d'un milieu visqueux) satisfait également aux critères énoncés dans l'article 33(2) et (3) PCT pour les raisons détaillées ci-dessus.

- 4) Les revendications 2 -8, 10, 12 - 14 et 16 - 18 dépendent des revendications 1, 9 ou 16 et satisfont donc également, en tant que telles, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.
- 5) Finalement, afin d'accroître la clarté du jeu de revendications, il est suggéré de regrouper les différentes revendications par catégorie et de corriger en même temps les erreurs de dépendance de certaines revendications (par exemple revendication 11 ne peut se référer qu'aux revendications 1 à 9 et non aux revendications précédentes).

REACTEUR COMPRENANT UN SERPENTIN DE CIRCULATION  
D'UN FLUIDE CALOPORTEUR, PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL  
REACTEUR ET UTILISATION D'UN TEL REACTEUR

5

L'invention a trait à un réacteur pour le traitement d'un milieu visqueux ou pour la réalisation de réactions chimiques en milieu visqueux, telles qu'une polymérisation, un tel réacteur comprenant un serpentín de circulation de fluide caloporteur. L'invention a enfin trait à un procédé de fabrication d'un tel réacteur et à l'utilisation d'un tel réacteur.

EP-A-0 659 476 divulgue un appareil utilisé pour la polymérisation de chlorure de vinyle dans lequel des serpentins de circulation de fluide caloporteur sont utilisés.

Il est connu de réaliser la polymérisation du polyamide de façon continue ou discontinue. Dans les méthodes dites discontinues, on procède par lots avec des réacteurs de type autoclave. Dans ce cas, il est connu d'évaporer l'eau d'une solution aqueuse de deux monomères et l'eau produite par leur polymérisation, grâce à un apport de chaleur externe.

Cet apport de chaleur doit être suffisant pour que la réaction de polymérisation ait lieu dans un intervalle de temps compatible avec les critères de productivité en vigueur dans le monde industriel. L'apport de chaleur ne doit pas être trop important afin d'éviter, autant que faire se peut, d'entraîner l'un des monomères avec la phase vapeur. Si une quantité de monomères est entraînée avec la phase vapeur, cette quantité doit être constante afin que les caractéristiques du polyamide obtenu soient reproductibles. L'apport de chaleur permet, par ailleurs,

de contrôler la réaction de polymérisation, dans la mesure où il permet de piloter l'évaporation de l'eau.

Pour apporter de la chaleur au milieu réactionnel, on a utilisé dans des autoclaves de faible capacité, c'est-à-dire de volume inférieur à  $3\text{m}^3$ , des serpentins dans lesquels circule un fluide caloporteur.

Pour des réacteurs de capacité plus importante, en particulier de l'ordre de 5 à  $6\text{m}^3$ , on a pu envisager d'utiliser un serpentín et un agitateur, ce dernier visant à améliorer l'homogénéité du milieu réactionnel et à augmenter le coefficient de transfert thermique.

Cependant, cette solution n'est pas transposable à des réacteurs de grande capacité, en particulier de capacité supérieure à  $8\text{m}^3$ , car il n'est pas possible d'augmenter de façon suffisante les surfaces d'échange constituées par les parois du serpentín. En effet, si le diamètre global du serpentín est augmenté, il n'est alors plus possible de loger dans la cuve du réacteur un agitateur efficace. Si l'on diminue le diamètre des tubes constitutifs du serpentín, les pertes de charge liées à la circulation de fluide caloporteur dans ces tubes augmentent de façon significative. Si l'on crée un serpentín avec une forme très élaborée, on entrave la re-circulation axiale du milieu réactionnel et on annule l'effet dit « de pompage » au centre de l'agitateur. Enfin, un serpentín de forme élaborée avec des tubes de faible diamètre ne satisferait pas aux critères de résistance mécaniques lui permettant de résister à une utilisation prolongée et/ou à des incidents de fabrication.

C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un nouveau réacteur muni d'un serpentín qui permet un apport de chaleur efficace à un milieu réactionnel de volume

important, tout en étant compatible avec les dimensions de la cuve du réacteur et avec un agitateur.

Dans cet esprit, l'invention concerne un réacteur pour le traitement d'un milieu visqueux ou la réalisation de réactions chimiques en milieu visqueux, ce réacteur comprenant une cuve et un serpentín de circulation d'un fluide caloporteur, ce serpentín comportant au moins un segment de tube enroulé selon une génératrice hélicoídale, caractérisé en ce que le serpentín comprend au moins un second segment de tube enroulé selon une génératrice hélicoídale, s'étendant en parallèle au premier segment entre un distributeur et un collecteur, ces premier et second segments étant centrés sur un même axe géométrique, cintrés avec sensiblement le même rayon et imbriqués, de telle sorte qu'ils forment ensemble une nappe de forme globalement cylindrique.

Grâce à l'utilisation de deux segments de tube hélicoídaux imbriqués, il est possible que ces segments aient chacun une longueur relativement courte, de telle sorte que la perte de charge qu'ils génèrent est relativement faible, alors même que la section du tube utilisé peut être également faible. En outre, le fait que les segments de tube hélicoídaux ont une longueur relativement courte induit que leur pente peut être relativement importante, c'est-à-dire plus importante que dans le cas d'un unique segment circulaire s'étendant sur toute la hauteur du serpentín. Ainsi, dans le cas où le fluide caloporteur est alimenté en phase vapeur pouvant se condenser dans les tubes, l'écoulement du fluide condensé dans ces segments est plus rapide, d'où un risque moins important d'accumulation de condensats et un encombrement moindre en liquide. Le fait que ces segments forment une nappe cylindrique évite qu'ils ne perturbent de façon

significative l'écoulement ou la re-circulation du milieu réactionnel dans la partie centrale d'un réacteur.

Selon un premier aspect avantageux et non obligatoire de l'invention, le serpentin comprend une seconde nappe, 5 formée d'au moins un segment de tube enroulé selon une génératrice hélicoïdale, s'étendant entre le distributeur et le collecteur et centré sur l'axe des premiers segments hélicoïdaux, cette seconde nappe étant de forme globalement cylindrique, avec un rayon inférieur au rayon de la 10 première nappe. Dans ce cas, la seconde nappe est avantageusement formée par au moins deux segments de tube, hélicoïdaux, imbriqués et s'étendant en parallèle entre le distributeur et le collecteur.

Selon d'autres aspects avantageux mais non 15 obligatoires de l'invention, le serpentin du réacteur incorpore une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- La première nappe est formée par trois segments de tube hélicoïdaux imbriqués.

- Les segments hélicoïdaux ont sensiblement la 20 même longueur et/ou induisent sensiblement la même perte de charge à l'écoulement du fluide caloporteur, entre le distributeur et le collecteur.

- Il est prévu un tube qui s'étend, selon une direction globalement parallèle à l'axe de la première 25 nappe, entre les première et seconde nappes, ce tube étant raccordé, soit au distributeur, soit au collecteur.

- Le distributeur et/ou le collecteur sont en forme de tore et centrés sur l'axe de la première nappe. Dans ce cas, on peut prévoir, que le distributeur et/ou le 30 collecteur sont cintrés avec un rayon sensiblement égal au rayon de la première nappe ou, éventuellement, de la seconde nappe, de sorte qu'ils sont sensiblement dans le prolongement de cette première nappe ou, éventuellement, de cette seconde nappe.

5

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un réacteur tel que précédemment décrit et, plus spécifiquement un procédé qui comprend une étape consistant à imbriquer deux segments de tube enroulés selon des génératrices hélicoïdales et cintrés avec sensiblement le même rayon, de façon à former une nappe de forme globalement cylindrique.

On imbrique avantageusement les segments de tube par un mouvement de « vissage » autour d'un axe géométrique commun à ces segments.

Selon un autre aspect avantageux de l'invention, ce réacteur peut comprendre un agitateur disposé autour ou à l'intérieur du serpentín. L'agitateur peut être suspendu au plafond du réacteur et former une cage entourant le serpentín, l'alimentation et l'évacuation du fluide caloporteur vers ou à partir du serpentín étant effectuées à travers le fond du réacteur. Selon un autre mode de réalisation de l'invention, l'agitateur peut être formé par une vis sans fin centrée sur l'axe géométrique d'une nappe intérieure ou de la nappe unique du serpentín.

Selon un autre aspect avantageux de l'invention, la nappe intérieure ou la nappe unique du serpentín forme un puits central de rayon compris entre 20 et 70%, du rayon de la cuve, ce qui permet une bonne re-circulation du milieu réactionnel dans la cuve. Dans le cas d'un serpentín à deux nappes, le puits central formé par la nappe intérieure a, de préférence, un rayon compris entre 20 et 40% du rayon de la cuve.

L'invention concerne enfin une utilisation d'un réacteur tel que précédemment décrit ayant un volume supérieur à environ 8m<sup>3</sup> pour le traitement d'un milieu visqueux ou la préparation de polymères tels que des polyamides, en particulier le polyamide 6-6, ou des

5a

polyesters. Cette utilisation peut être mise en œuvre de façon discontinue, par exemple pour la fabrication de lots de polymères de volume important, ou de façon continue.



REVENDEICATIONS

1. Réacteur pour le traitement d'un milieu visqueux ou  
5 la réalisation de réactions chimiques en milieu visqueux,  
ledit réacteur comprenant une cuve et un serpentin de  
circulation d'un fluide caloporteur, ledit serpentin  
comprenant au moins un segment de tube enroulé selon une  
génératrice hélicoïdale, caractérisé en ce que ledit  
10 serpentin comprend au moins un second segment de tube (512,  
513) enroulé selon une génératrice hélicoïdale et  
s'étendant en parallèle audit premier segment (511) entre  
un distributeur (53) et un collecteur (54), lesdits premier  
et second segments étant centrés sur un même axe  
15 géométrique ( $X_s$ ), cintrés avec sensiblement le même rayon  
( $R_1$ ) et imbriqués, de telle sorte qu'ils forment ensemble  
une nappe (51) de forme globalement cylindrique.

2. Réacteur selon la revendication 1, caractérisé en  
ce que ledit serpentin comprend une seconde nappe (52)  
20 formée d'au moins un segment de tube (521, 522) enroulé  
selon une géométrie hélicoïdale, s'étendant entre ledit  
distributeur (53) et ledit collecteur (54) et centré sur  
ledit axe ( $X_s$ ), ladite seconde nappe étant de forme  
globalement cylindrique, avec un rayon ( $R_2$ ) inférieur au  
25 rayon ( $R_1$ ) de la première nappe (51).

3. Réacteur selon la revendication 2, caractérisé en  
ce que ladite seconde nappe (52) est formée par au moins  
deux segments de tubes (521, 522) enroulés selon des  
généatrices hélicoïdales, imbriqués et s'étendant en  
30 parallèle entre ledit distributeur (53) et ledit collecteur  
(54).

4. Réacteur selon l'une des revendications  
précédentes, caractérisé en ce que ladite première nappe

(51) est formée par trois segments de tube (511, 512, 513) enroulés selon des génératrices hélicoïdales et imbriqués.

5. Réacteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits segments (511, 512, 513, 521, 522) ont sensiblement la même longueur et/ou induisent sensiblement la même perte de charge à l'écoulement dudit fluide caloporteur, entre ledit distributeur (53) et ledit collecteur (54).

6. Réacteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit serpentin comprend un tube (56) s'étendant, selon une direction globalement parallèle audit axe ( $X_s$ ), entre lesdites première (51) et seconde (52) nappes, ledit tube étant raccordé soit audit distributeur (53), soit audit collecteur (54).

7. Réacteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit distributeur (53) et/ou ledit collecteur (54) sont en forme de tore et centrés sur ledit axe ( $X_s$ ).

8. Réacteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit distributeur (53) et/ou ledit collecteur (54) sont cintrés avec un rayon ( $R_3$ ,  $R_4$ ) sensiblement égal au rayon ( $R_2$ ) de ladite première nappe (51) ou, éventuellement, de ladite seconde nappe (52), de sorte qu'ils sont sensiblement dans le prolongement, de ladite première nappe ou, éventuellement, de ladite seconde nappe.

9. Procédé de fabrication d'un réacteur pour le traitement d'un milieu visqueux ou la réalisation de réactions chimiques en milieu visqueux, ledit réacteur comprenant une cuve et un serpentin de circulation d'un fluide caloporteur, ledit serpentin comprenant au moins un segment de tube enroulé selon une génératrice hélicoïdale, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à imbriquer ( $F_1$ ,  $F_2$ ) ledit segment (511) avec au moins un second segment de tube (512, 513) enroulé selon une

génératrice hélicoïdale cintré avec sensiblement le même rayon ( $R_1$ ) que le premier segment, de façon à former une nappe (51) de forme globalement cylindrique.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on imbrique lesdits segments par un mouvement de vissage ( $F_1$ ,  $F_2$ ) autour d'un axe géométrique commun ( $X_5$ ) auxdits segments.

11. Réacteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un agitateur (4) disposé autour ou à l'intérieur dudit serpentin (5).

12. Réacteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit agitateur est suspendu au plafond dudit réacteur (1) et forme une cage entourant ledit serpentin (5), l'alimentation et l'évacuation (56, 59, 61, 62) du fluide caloporteur vers ou à partir dudit serpentin étant effectuées à travers le fond (21) dudit réacteur.

13. Réacteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit agitateur est formé par une vis sans fin centrée sur l'axe géométrique ( $X_5$ ) d'une nappe intérieure (52) ou de la nappe unique (51) dudit serpentin (5).

14. Réacteur selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que la nappe intérieure (52) ou la nappe unique (51) dudit serpentin forme un puits central (P) de rayon ( $R_2$ ) compris entre 20 et 70% du rayon (R) de ladite cuve (2), de préférence compris entre 20 et 40% dudit rayon dans le cas d'une nappe intérieure.

15. Utilisation d'un réacteur (1) de volume (V) supérieur à environ  $8\text{m}^3$  selon l'une des revendications 10 à 14 pour le traitement d'un milieu visqueux.

16. Utilisation selon la revendication 15 pour la réalisation d'une réaction de polymérisation en milieu visqueux.

15

17. Utilisation selon la revendication 15 ou 16 pour la réalisation d'une réaction de polymérisation, en discontinu, en milieu visqueux.

18. Utilisation selon la revendication 15 ou 16 pour  
5 la réalisation d'une réaction de polymérisation, en continu, en milieu visqueux.